

(43) Date of publication of application: 29.05.91

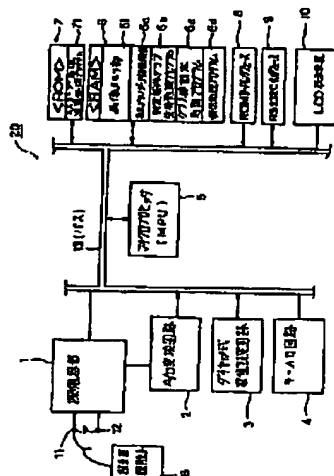
**G01N 29/22**

(72) Inventor: SHIMA TADAO  
MIYAJIMA TAKESHI  
SATO KENICHI

the characteristic graphs becoming the judge standard and a scale are simultaneously displayed on the apparatus 10. By this method, a flaw level can be judged rapidly, accurately and efficiently.

**COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio**

**CONSTITUTION:** At first, a standard test piece is subjected to flaw detection at a plurality of places in a flaw detector part 1 and the data of the path length and height of a flaw echo are stored in a display graph data memory region 6a and, at the time of the completion of the measurement of the test piece, the pixel data corresponding to three characteristic graphs L, H, M are formed in a graph frame setting and processing program 6c on the basis of the graph display data being a judge standard stored in the memory region 6a to be written in a pixel memory part 61 and the video memory of an LCD display apparatus 10. A-scope image data is formed in an A-scope image operational processing program 71 on the basis of the flaw detection waveform signal from an object to be inspected obtained corresponding to the transmission pulse signal from the flaw detector part 1 and written so as to be superposed on the pixel data containing the characteristic graphs stored in the memory part 61. Then, the A-scope image display data,



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-125964

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)5月29日

G 01 N 29/22

5 0 2

6928-2G

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全8頁)

⑮ 発明の名称 超音波検査装置

⑯ 特 願 平1-262973

⑰ 出 願 平1(1989)10月11日

⑱ 発 明 者 島 忠 夫 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場内

⑲ 発 明 者 宮 島 猛 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場内

⑳ 発 明 者 佐 藤 賢 一 茨城県土浦市神立町650番地 日立建機株式会社土浦工場内

㉑ 出 願 人 日立建機株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番2号

㉒ 代 理 人 弁理士 梶山 信是 外1名

明 細 書

1. 発明の名称 超音波検査装置

2. 特許請求の範囲

(1) 超音波探傷により被検体から反射したエコー受信信号を得てAスコープ像を表示してこのAスコープ像の状態を読取ることで前記被検体の検査をする超音波検査装置において、検査基準となる欠陥エコーの高さと路程との関係を示す特性グラフを前記Aスコープ像に重ねて表示することの特徴とする超音波検査装置。

(2) 被検体を測定して得られる欠陥エコーについてのエコー受信信号のピークレベルと特性グラフで示される値とを比較する比較手段を有して、前記特性グラフで示される値を越えたときにアラーム信号を発生することの特徴とする請求項1記載の超音波検査装置。

(3) 特性グラフは、JISのZ3080等として規定された規格に従った距離振幅特性曲線であって、この特性グラフが複数設けられ、これらそれぞれの特性グラフに応じてエコー受信信号から得

られる欠陥エコー信号のピークレベルの状態を判定する判定手段とこの判定手段の判定に応じて等級を判定する等級判定手段とが設けられていることを特徴とする請求項1記載の超音波検査装置。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

この発明は、超音波検査装置に関し、詳しくは、検査基準に従って被検体を検査することが容易で、被検体の評価を効率よく行うことができるようなAスコープ画像表示の超音波検査装置に関する。

【従来の技術】

液晶表示器(以下LCD表示器)を備え、マイクロプロセッサを内蔵し、グラフィック表示機能を持つ小型の超音波探傷装置では、一般にAスコープ波形を画像表示する機能を持つものが多く、探傷結果が目視できるので各種の測定分野で使用され、特に、その携帯型探傷装置は、利用範囲が幅広く、超音波の専門家でない人が取扱うことも多い。

【解決しようとする課題】

この種の超音波探傷装置で表示されるAスコープ画像では欠陥からのエコー高さとビーム路程のみが観測されるだけであるので、この種の装置を部材等の品質を検査する超音波検査装置として利用した場合には欠陥の大きさや深さなどの位置をAスコープ波形を読取って別途算出しなければならない欠点がある。

特に、溶接部材等についての品質検査では、欠陥エコー高さや路程等から欠陥の長さ等を求めることが必要であり、それを特定の判定基準に従って評価しなければならない。その評価として溶接材料のようにJISで規定された等級分類に従って等級評価を行う場合には、超音波探触子（以下プローブ）により溶接部材を走査して、走査に応じて多数の箇所についてエコー高さと路程とを表示し、表示したAスコープ像からその値を読取り、そのときの測定条件に従ってJIS等で規定される距離振幅特性に応じて個別的に計算をして溶接部材の等級評価を行わなければならないために特に作業効率が悪く、かつ、評価誤りが生じ易い。

コーのレベルとともに表示されるので欠陥レベルの判定が速くできる。

その結果、後から詳細に計算しなくても判定基準に従ってデータを探るだけで評価データを得ることができ、誤りが少なく、かつ、作業効率のよい検査が可能になる。

#### 【実施例】

以下、この発明の一実施例について図面を参照して詳細に説明する。

第1図は、この発明を適用した一実施例の超音波検査装置のブロック図であり、第2図は、そのAスコープ画像の表示状態の説明図、第3図は、測定を行った場合の欠陥エコーの表示状態の説明図、第4図は、JISの規定による等級評価の一例を示す表の説明図、第5図は、グラフ特性表示測定処理のフローチャートである。

第1図において、20は、携帯型の超音波検査装置であって、1は、その探傷器部である。この探傷器部1は、パルサー・レシーバ等から構成され、送信端子11からプローブ18にパルス信号

この発明の目的は、このような従来技術の問題点を解決するものであって、Aスコープ像の観測において誤読や誤認を防止することができ、効率よく所定の基準に基づいた検査ができる超音波検査装置を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

このような目的を達成するためのこの発明の超音波検査装置の構成は、超音波探傷により被検体から反射したエコー受信信号を得てAスコープ像を表示してこのAスコープ像の状態を読取ることによって被検体の検査をする超音波検査装置において、検査基準となる欠陥エコーの高さと路程との関係を示す特性グラフをAスコープ像に重ねて表示するものである。

#### 【作用】

このように、単にAスコープ像だけでなく、表示されるAスコープ像の路程に対応して検査基準となる特性フラグを表示することにより、超音波の探傷中、距離や振幅に関する判定基準が欠陥エ

を送り、エコー受信信号を受信端子12で受けてそれを増幅し、アナログ信号としてA/D変換回路2に出力する。

A/D変換回路2は、探傷器部1から得られる送信波、表面反射波、欠陥反射波等についての各アナログ信号を、例えば、20MHz程度の高い周波数でサンプリングし、これらのアナログ出力をデジタル値に変換してマイクロプロセッサ(MPU)5が処理できる入力データ値としてバス13に送出する。

バス13には、ゲインダイヤル、カーソルダイヤル等を有するダイヤル式数値設定回路3とシートキーを有するキー入力回路4とが接続されていて、マイクロプロセッサ5は、これら回路からバス13を介してダイヤルにより設定される設定値及び各種のキー入力信号を受ける。

そこで、ゲインダイヤルにより探傷器部1に対するゲイン設定値(調整値)が入力されると、マイクロプロセッサ5は、探傷器部1の高周波増幅器のゲイン(増幅率)を制御し、ゲインダイヤル

により入力されたゲイン設定値に対応するゲインになるように高周波増幅器のゲインを設定する。

6は、バス13に接続されたRAMであり、A/D変換されたエコー受信信号についてのデジタルデータとROMカードによりロードされた各種のアプリケーション処理プログラムと入力キーにより指定された探傷モードを示すフラグ等の各種の情報や種々のデータが格納されていて、さらに、表示グラフデータ記憶領域8aを有している。

7は、ROMであり、これにはマイクロプロセッサ5が実行するAスコープ画像演算処理プログラム71のほか、各種の基本プログラムが記憶されている。また、8は、ROMカードインタフェースであって、装置に装着されるROMカードとコネクタにより着脱できる関係で接続され、マイクロプロセッサ5の制御に応じてROMカードのプログラム等の情報をバス13に送出する。

9は、RS-232Cインタフェースであり、外部の情報処理装置(特に、そのマイクロプロセッサ)とデータ交換をするための回路である。

また、10は、LCD表示装置であって、Aスコープ画像等のほか、各種の測定値を表示し、内部にビデオメモリインタフェースとビデオメモリ、ビデオメモリの情報を読出してビデオ信号を発生するビデオメモリコントローラ、液晶駆動回路、そして、例えば、128×256ドット等のドットマトリックスの液晶表示器等を有していて、ビデオメモリインタフェースを介してバス13に接続されている。

ここで、RAM8には、画像表示データをビット展開して記憶する画像メモリ部81が設けられている。また、表示グラフデータを記憶する表示グラフデータ記憶領域8aのほかに、判定基準グラフ生成処理プログラム8bと、グラフ・枠設定処理プログラム8c、そして表示処理プログラム8d等の処理プログラムが格納される領域が設けられ、測定の際にROMカードからこれら処理プログラムが読出されてそれぞれの領域にロードされて記憶される。

判定基準グラフ生成処理プログラム8bは、こ

の実施例では、JIS Z 3060の等級判定のための特性グラフを設定する処理プログラムであって、超音波探傷による探傷モードにおいてキー入力回路4からグラフ生成の機能キーが入力されたときにマイクロプロセッサ5により実行され、標準試験片を探傷したときにえられる路程とエコー高さを表示グラフデータ記憶領域8aに記憶する。

オペレータは、グラフ生成の機能キーを入力した後に後述するように、例えば、Hの特性グラフ(第2図参照)が得られる標準試験片について複数箇所では探傷を行う。そして、その都度、判定基準グラフ生成処理プログラム8bは、標準試験片についての欠陥エコーの路程とエコー高さのデータを抽出してそれを順次表示グラフデータ記憶領域8aに記憶し、グラフ・枠設定処理プログラム8cを起動する。なお、この測定するときには測定範囲とゲインとは固定されている。

このような標準試験片の測定が終了すると、オペレータは測定終了キーを入力する。グラフ生成

の機能キーが入力された後の処理状態においてキー入力回路4からこの測定終了の機能キーが入力されると、判定基準グラフ生成処理プログラム8bは、所定の状態フラグのうち重ね表示状態を設定する重ね表示処理フラグを重ね状態に設定("ON"或は"1"(有意)状態に設定)し、その処理を終了する。なお、標準試験片を測定した場合の特性グラフのL, M, H(第2図参照)の1つの指定は、標準試験片を測定するに当たって(すなわち、キー入力回路4からグラフ生成の機能キーが入力された後の状態において)、キー入力により指定するか、あらかじめ画像表示するスケールとの関係で標準試験片は特性グラフHのものと決定しておくことによる。

グラフ・枠設定処理プログラム8cは、判定基準グラフ生成処理プログラム8bにより起動されるとともに、測定開始スイッチ(又は測定開始キー)でも起動され、実行される。また、標準試験片の測定が行われ、それが終了したときに(すなわち、キー入力回路4からグラフ生成の機能キー

が入力された後の状態において)、終了キーが入力されたときに起動される。この処理プログラムは、表示グラフデータ記憶領域8aに記憶されたL、M、Hの3つのうちの1つの判定基準のグラフ表示データ(現在の実施例ではHの特性グラフのデータ)に基づいて、L、M、Hの関係を、あらかじめ、例えば、エコー高さが1/2と定めておけば、第2図のL、M、Hの3つの特性グラフに対応する3つのグラフの画素データを生成し、さらに、入力された測定条件に応じて縦軸の%や横軸の路程の表示データを生成して、これらを合成した第2図に示す表示画像に対応する各画素データをRAM8の画素メモリ部81に書き込む。そして、その画素データをLCD表示装置10のビデオメモリに転送して書き込み、第2図に示すような画像を表示させる。なお、この場合、I、II、III、IVの文字は、領域を示すものであるが、これは表示してもよいし、しなくてもよい。

表示処理プログラム8dは、グラフ・枠設定処理プログラム8cにより起動されるとともに、A

スコープ画像演算処理プログラム71によりそれが実行された後に起動されて実行され、重ね表示処理フラグが設定されているときには、画素メモリ部81に対してすでに記憶されているデータ(ここでは特性グラフ等を含む第2図の画像表示データ)を消さずにここにAスコープ画像演算処理プログラム71により生成されたAスコープ像の画素のデータを重ね書きする。次に、画素メモリ部81に記憶されている画素点展開された画素データ(ビットデータ)を読出してそれをLCD表示装置10に転送してそのビデオメモリに書き込む。

その結果、LCD表示装置10には、Aスコープ画像演算処理プログラム71から得られるAスコープの画像表示データと、判定基準となる特性グラフ、そしてスケールとが第3図に示すように表示される。

ここで、超音波検査装置20は、測定開始キー又は測定開始スイッチの入力に応じて動作する。そこで、探傷器部1から送出された送信パルス信号に応じて得られる被検体(試験材)についての

エコー受信信号(探傷波形)がRAM8に転送されて記憶される。Aスコープ画像演算処理プログラム71は、この後に起動されて実行され、RAM8に記憶された、採取されたエコー受信信号のデジタル値を読出してAスコープ画像データを生成して、表示処理プログラム8dを起動する。

次に、その全体的な動作について説明すると、まず、第5図のステップ①において、装置を探傷モードに設定するために探傷モードの機能キーをキー入力回路4から入力する。次のステップ②において、この入力情報を受けてROM7に記憶された所定の処理プログラムが起動されてマイクロプロセッサ5がそれを実行し、ゲインがダイヤル式数値設定回路3のゲインダイヤルにより設定され、測定条件や測定範囲等がキー入力回路4のキーによりオペレータ(測定者)から入力される。その結果、これら入力情報とROM7に記憶された処理プログラムによってマイクロプロセッサ5が動作して、その制御により探傷器部1の利得がゲインダイヤルに従って設定され、装置自体の探

傷機能が生ずる。

次のステップ③では、超音波探傷において判定基準となるグラフ表示を行うか否かを、入力される機能キーにより判定する。ここで、所定の測定開始キー或はその他のキーが入力されればNO条件が成立し、測定開始キーが入力されたときには、ステップ⑦へと移る。

一方、このときキー入力回路4からグラフ生成の機能キーが入力されれば、ここでYES条件が成立して次のステップ④へと移る。

ステップ④では、判定基準グラフ生成処理プログラム72が起動されて実行され、判定基準グラフの生成に入る。このとき、オペレータは標準試験片について探傷を行う。その結果、ある点を測定した測定点の路程とエコー高さが判定基準グラフ生成処理プログラム72により表示グラフデータ記憶領域8aに記憶され、その測定点までの3つの特定グラフがLCD表示装置10の画面上に表示される。次のステップ⑤で測定終了か否かを終了キーかそれ以外のキー、例えば、測定開始

キーやプローブ等に設けられている測定開始スイッチが人力されたか否かによって判定する。測定開始キー、測定開始スイッチ等が人力されたときには、ステップ④へと戻り、同様な測定を他の測定点について行う。そこで、他の測定点についての欠陥エコーの路程とエコー高さが表示グラフデータ記憶領域8aに先のデータに続いてさらに記憶される。

このようにして標準試験片についての測定が複数点について繰り返されて3つの特性グラフが測定に応じて必要な路程に亘って表示されると、キー入力回路4から測定終了の機能キーがオペレータから入力される。この終了キー入力によりステップ⑤においてYES条件が成立してステップ⑥で、グラフ・枠設定処理プログラム73が起動されて実行され、ここで、第2図に表示するような判定基準の特性グラフとスケール等の枠とがLCD表示装置10の画面上に表示されることになる。

そして、処理が次のステップ⑦へと移り、この状態でオペレータは検査対象となる未知の溶接部

材にプローブ18を当てて選択したある測定点において測定開始スイッチ又は測定開始キーを入力する。ステップ⑦は、測定開始スイッチ又は測定開始キーの人力待ちループであって、オペレータの測定開始スイッチ又は測定開始キーの人力に応じてグラフ・枠設定処理プログラム73が起動されて枠と3つの特性グラフについての画素データが画像メモリ部81に記憶され、それが表示されるとともにステップ⑧へと移行し、このステップにおいて試験対象となる未知の溶接部材のプローブ18の当てられた位置で探傷が行われる。これは、ステップ⑦で、例えば、プローブ18に設けられた測定開始スイッチが操作(人力)されると、ステップ⑧ではその操作に応じて探傷器部1からプローブ18に送信パルス信号が送出され、探傷器部1から送出された送信パルス信号に応じてプローブ18から得られる被検体(未知の溶接部材)からのエコーに対応するエコー受信信号(探傷波形)が得られ、それがデジタル値に変換されてRAM8に転送され、記憶される。そして、Aスコ

ープ画像演算処理プログラム71が起動されて実行され、探傷したAスコープ画像が生成されてそれが表示処理プログラム8dにより前記の特性グラフや枠が先に記憶された画像メモリ部81に重ね書きされる。その結果としてLCD表示装置10にそれが転送されて、第3図に示される表示画像で表示される。

この測定が終了するとステップ⑨において、測定処理が終了か否かの判定が終了キー入力の有無によりなされる。そして、終了キー以外のキーが入力されたときには、ステップ⑦(測定開始スイッチのときにはステップ⑧でも可)へと戻り、次の測定点について同様な測定が繰り返される。

なお、この場合の測定の仕方としては、まず、検査対象となる溶接部材に対して探傷距離を一定にし、左右にプローブを移動させて第3図の欠陥エコー14を観察し、最大エコーが判定基準となる特性グラフにより区切られるどの評価範囲にあるかを観察してその領域を求める(第2図、第3図のI、II、III、IVに対応)。そして、そのエ

コー高さが8dB低下する左右の位置で欠陥エコーが発生する溶接部材の長さを溶接部材上で求めるものである。

その結果得られた探傷している部材の厚さと、この最大エコー高さと、その特性グラフ上の評価レベルとその長さにより、第4図の第1表で定める1~4級までの等級を決定する。

例えば、このような測定において、M又はLレベル検出の場合、板厚20mmで第3図で示す欠陥エコー14のレベルが評価レベルIIIの範囲にあって、その欠陥の長さが最大で12mmと測定された場合は、領域IIIで最大長さ12mmとなるので、第4図の $t/2 \sim t$  ( $t=20mm$ )の範囲にあることが判る。そこで、その溶接部材は等級3級と決定される。

このように、探傷中に第2図の判定グラフがLCD表示装置10にいつも出ていることにより、第3図のように、欠陥エコー14と重ね合わせて見ることができ、探傷中にいつも現在の欠陥レベルがどの程度であるか(どの評価レベルにあるか)

を目視することができる。

この場合、第4図の波に対応する等級を判定する基準データをあらかじめRAM 8にデータとして、例えば、テーブル化して記憶しておき、先の特性グラフL, M, Hにより決定される領域I, II, III, IVを判定する基準値を生成し、さらにこれら基準値に基づき領域及び等級判定を行う判定プログラムをRAM 8等に設けて、被検体等の板厚および欠陥長さをキー入力回路4より入力して判定するようにすれば、等級を自動的に判定してLCD表示装置10に測定結果の等級を表示するようにすることができる。

また、必要によりインタフェース8により、表示された画面や結果を外部に出力したり、内蔵したプリンタに出力するようにしてもよい。

以上説明してきたが、実施例において、標準試験片を測定してそれにより生成したL, M, Hのいずれかの判定基準の特性グラフとゲイン、例えば、そのダイヤル設定値との関係のデータを表示グラフデータ記憶領域8a等に記憶しておくこと

により、探傷中、ゲインや測定範囲を変えてもそれに応じてそれに対応する判定基準の特性グラフを表示することができる。

また、実施例ではJIS Z 3080を適用した場合を中心として説明しているが、他の判定基準となるグラフを表示してもよいことはもちろんである。

実施例では、オペレータが特性グラフと欠陥エコーの振幅との関係を観測してその状態を判定するようにしているが、被検体を測定して得られる欠陥エコーについてのエコー受信信号のピークレベルと判定基準となる特性グラフで示される値とを比較する比較手段をプログラム或はハードウェアとして設ければ、これにより特性グラフで示される値を欠陥エコーのピークレベルが越えたときにアラーム信号として発生することができ、それによりオペレータに評価レベルを知らせることができる。この場合、実施例のように異なる特性グラフが複数あるときには、それぞれ特性グラフを越えたときに警報とする音や色を変えて、例えば、

音の場合には評価レベルに応じて高低音を変えるようにしてオペレータに知らせてもよい。

#### 【発明の効果】

以上の説明から理解できるように、この発明にあっては、単にAスコープ像だけでなく、表示されるAスコープ像の路程に対応して検査基準となる特性フラグを表示することにより、超音波の探傷中、距離や振幅に関する判定基準が欠陥エコーのレベルとともに表示されるので欠陥レベルの判定が速くできる。

その結果、後から詳細に計算しなくても判定基準に従ってデータを探るだけで評価データを得ることができ、誤りが少なく、かつ、作業効率のよい検査が可能になる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、この発明を適用した一実施例の超音波検査装置のブロック図、第2図は、そのAスコープ画像の表示状態の説明図、第3図は、測定を行った場合の欠陥エコーの表示状態の説明図、第4図は、JISの規定による等級評価の一例を示

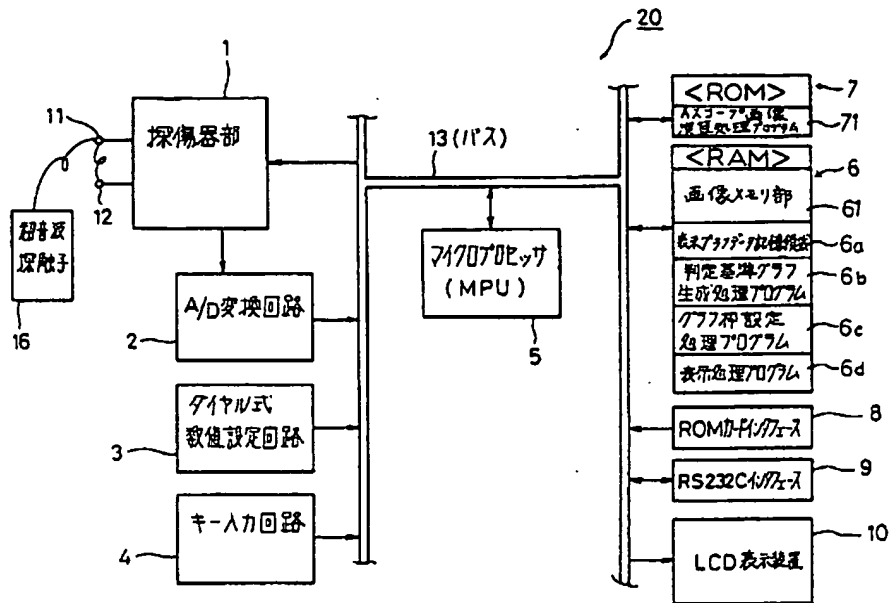
す。図5の説明図、第5図は、グラフ特性表示測定処理のフローチャートである。

- 1…超音波探傷器部、2…A/D変換回路、
- 3…ダイヤル式数値設定回路、4…キー入力回路、5…マイクロプロセッサ(MPU)、
- 6…RAM、8a…表示グラフデータ記憶領域、
- 8b…判定基準グラフ生成処理プログラム、
- 8c…グラフ・枠設定処理プログラム、
- 8e…表示処理プログラム、
- 8…ROMインタフェース、
- 9…RS-232Cインタフェース、
- 10…液晶表示装置(LCD表示装置)、
- 20…携帯型の超音波検査装置、
- 71…Aスコープ画像演算処理プログラム。

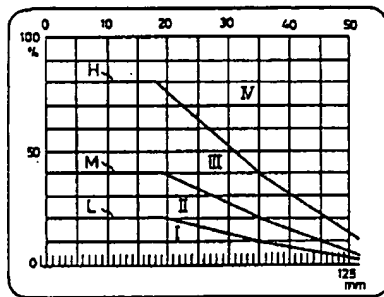
特許出願人 日立建機株式会社

代理人 弁理士 堀山 信 足  
弁理士 山 本 富士男

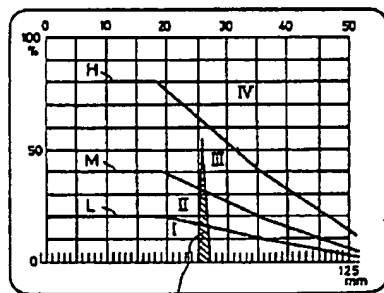
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

JIS Z 3060

組別	M 検出レベルの値は III L 検出レベルの値は II と III				IV
	18 以下	18 - 60	60 以上	60 以上	
1 組	6mm 以下	1/3 以下	20mm 以下	60mm 以下	18 以下
2 組	9mm 以下	1/2 以下	30mm 以下	60mm 以下	1/4 以下
3 組	18mm 以下	1 以下	60mm 以下	60mm 以下	1/3 以下
4 組	3 検出するも	3 検出するも	60mm 以下	60mm 以下	1/2 以下

1 は明も取った鋼の厚さ (mm)



第 5 図

